

(19) 【発行国】日本国特許庁 ( J P )  
(12) 【公報種別】公開特許公報 ( A )  
(11) 【公開番号】特開平 5 - 2 2 4 2 4 5  
(43) 【公開日】平成 5 年 ( 1 9 9 3 ) 9 月 3 日  
(54) 【発明の名称】ハイブリッド光回路およびマトリクス光スイッチ  
(51) 【国際特許分類第 5 版】  
G02F 1/313 7246-2K  
G02B 6/12 J 7036-2K  
H04B 10/02  
【 F I 】  
H04B 9/00 T 8426-5K  
【審査請求】未請求  
【請求項の数】 2  
【全頁数】 5  
(21) 【出願番号】特願平 4 - 2 7 0 0 3  
(22) 【出願日】平成 4 年 ( 1 9 9 2 ) 2 月 1 4 日  
(71) 【出願人】  
【識別番号】 0 0 0 0 0 4 2 3 7  
【氏名又は名称】日本電気株式会社  
【住所又は居所】東京都港区芝五丁目 7 番 1 号  
(72) 【発明者】  
【氏名】近藤 充和  
【住所又は居所】東京都港区芝五丁目 7 番 1 号 日本電気株式会社内  
(74) 【代理人】  
(19) [Publication Office] Japanese Patent Office (JP)  
(12) [Kind of Document] Japan Unexamined Patent Publication (A)  
(11) [Publication Number of Unexamined Application] Japan Unexamined Patent Publication Hei 5 - 224245  
(43) [Publication Date of Unexamined Application] 1993 (1993) September 3 days  
(54) [Title of Invention] HYBRID OPTICAL CIRCUIT AND MATRIX OPTICAL SWITCH  
(51) [International Patent Classification 5th Edition]  
G02F 1/ 31 3 7246-2K  
G02B 6/12 J 7036-2K  
H04B 10/02  
[FI]  
H04B 9/00 T 8426-5K  
[Request for Examination] Examination not requested  
[Number of Claims] 2  
[Number of Pages in Document] 5  
(21) [Application Number] Japan Patent Application Hei 4 - 27 003  
(22) [Application Date] 1992 (1992) February 14 day  
(71) [Applicant]  
[Applicant Code] 000004237  
[Name] NEC CORPORATION (DB 69-054-1685)  
[Address] Tokyo Minato-ku grass 5-7-1  
(72) [Inventor]  
[Name] Kondo being full harmony  
[Address] Inside of Tokyo Minato-ku grass 5-7-1 NEC Corporation (DB 69-054-1685)  
(74) [Attorney(s) Representing All Applicants]

【弁理士】

[Patent Attorney]

(57) 【要約】

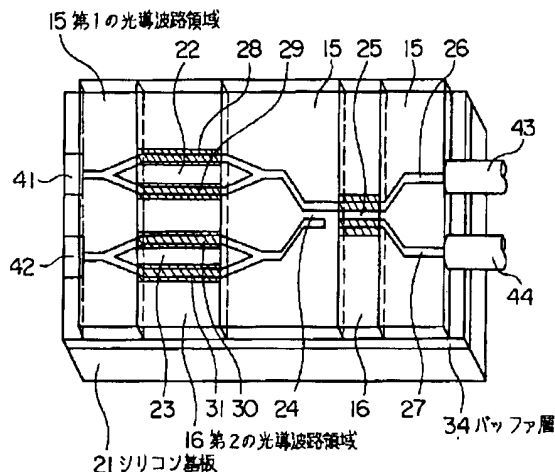
(57) [Abstract]

【目的】 集積規模が大きく、高度な機能を持ち、しかも低損失な光回路および大規模で低損失なマトリクス光スイッチを提供する。

[Objective] Accumulation scale to be large, furthermore low loss low loss the matrix optical switch is offered with optical circuit and large scale with high grade function.

【構成】 シリコン基板 21 の上に分岐干渉形光変調器 22、23、光スイッチ 25 等の能動素子と、合波器 24、出射光導波路 26、27 等の受動素子が集積されており、受動素子および能動素子の中の受動光導波路部分、例えば分岐干渉形光変調器の分岐および合流部分等は、シリコン基板 21 上の二酸化シリコンのパッファ層 34 を介して設置した二酸化シリコンに酸化チタンなどの屈折率を増加させる物質をドーピングした材料からなる第一の光導波路から構成され、能動素子の電圧印加により屈折率を制御する部分は有機材料により形成され電極を設置した第二の光導波路により構成される。

[Constitution] On silicon substrate 21 branched interference shape optical modulator 22,23, optical switch 25 or other active element, multiplexer 24, emitted light waveguide 26,27 or other passive element being accumulated, to be, passive optical waveguide portion in passive element and active element, branching and confluent portion etc of for example branched interference shape optical modulator, through the buffer layer 34 of silicon dioxide on silicon substrate 21, in silicon dioxide which is installed the titanium dioxide or other index of refraction are formed from optical waveguide of first which consists of the material which substance which increases doped is done, portion which controls index of refraction with applying voltage of active element is formed by the organic material and is constituted by second optical waveguide which installs electrode.



【特許請求の範囲】

[Claim(s)]

【請求項 1】 シリコン基板上に形成された二酸化シリコン膜の上に形成され、少なくとも 1 つの端部を有し、二酸化シリコンを主成分とし前記二酸化シリコン膜よりも屈折率が大きな物質よりなる第 1 の光導波路と、前記シリコン基板上に形成され、前記第 1 の光導波路の端部に光学的に結合した有機材料を主成分とする第 2 の光導波路と、その第 2 の光導波路近傍に設置した電極とよりなるハイブリッド光回路。

[Claim 1] Hybrid optical circuit which consists of with second optical waveguide which designates organic material where is formed on first optical waveguide and aforementioned silicon substrate which consist of substance where index of refraction is large it is formed on the silicon dioxide film which was formed on silicon substrate, possesses end of at least one, designates silicon dioxide as main component and in comparison with the aforementioned silicon dioxide film connects to optical in end of the aforementioned first optical waveguide as main component and electrode which is installed in the second optical

【請求項 2】シリコン基板上に形成された二酸化シリコン膜の上に形成され、少なくとも 4 つの端部を有し、二酸化シリコンを主成分とし前記二酸化シリコン膜よりも屈折率の大きい物質よりなる第 1 の光導波路と、前記シリコン基板上に形成され、前記第 1 の光導波路の 2 つの端部間に光学的に結合した有機材料を主成分とする第 2 の光導波路およびその第 2 の光導波路近傍に設置した電極よりなる光スイッチ素子とにより構成されたマトリクス光スイッチ。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は光通信や光情報処理の分野等で用いられる光波の変調、光路切り替え、分配、分波等の制御を行う光回路に関し、特に基板上に設けた光導波路を利用した光回路およびその 1 つである複数の光スイッチ素子により構成されるマトリクス光スイッチに関する。

##### 【0002】

【従来の技術】光通信システムでは対象とする情報の多様化、高速化、適用領域の拡大に伴って、益々大容量・高速でかつ高機能なシステムが求められている。また、情報処理分野でも光技術を利用した大容量データ等の高速伝送や処理が行われつつある。このようなシステムではより高速の光信号の発生や光伝送路の切り替え制御などを行う高度な光回路が必要となる。

【0003】現在の实用システムでは、光信号は半導体レーザーの注入電流を変調する直接変調により得られているが、チャープピングにより波長スペクトルが広がってしまうので超高速光伝送やコヒーレント光伝送には適用が難しい。これを解決する手段としては外部光変調器を使用する。この目的には高効率化、高速化、小型化が可能な光導波路を利用した光変調器が最も適している。また、光伝送路の切り替えには光スイッチが使用されるが、現状ではプリズム、ファイバ等を機械的に動かすメカニカル光スイッチや音響光学光スイッチが実用されているのみであり、両者とも動作速度が遅く集積化には適さない。この解決手段として光導波路を利用した光スイッチ

waveguide vicinity.

[Claim 2] It is formed on silicon dioxide film which was formed on silicon substrate, At least matrix optical switch which is formed by with optical switch element which consists of the electrode which is installed in second optical waveguide and its second optical waveguide vicinity which designate organic material where is formed on first optical waveguide and the aforementioned silicon substrate which consist of substance where index of refraction is large it possesses end of 4, designates silicon dioxide as the main component and in comparison with aforementioned silicon dioxide film connects to the optical between 2 end of aforementioned first optical waveguide as main component.

#### [Description of the Invention]

##### [0001]

[Field of Industrial Application] This invention it regards matrix optical switch which is formed by optical switch element of the plural which is a optical circuit and its one which utilize optical waveguide where the modulation of light wave which is used with optical communication and field etc of the optical computing, light path it changes, regards optical circuit which does distribution and amount wave or other control, provides on especially substrate.

##### [0002]

[Prior Art] more and more and highly functional system is sought with large capacity \* high speed with the optical communication system diversification of information which is made object, attendant upon enlargement of acceleration and application region. In addition, large capacity data or other high speed transmission and treatment which utilize optical technology even with computing field are being done. high-level optical circuit occurs light signal of high speed and switching control optical transmission line etc becomes necessary with from this kind of system.

[0003] With present practical system, as for light signal it is acquired by the modulation which injection current of semiconductor laser modulation is done directly, but because wavelength spectrum spreads due to chirp application is difficult to ultra-high speed light transport and coherent light transmission. external light modulator is used as means which solves this. optical modulator which utilizes optical waveguide where efficiency increase, acceleration and the miniaturization are possible most is suitable for this objective. In addition, optical switch is used for change of optical transmission line, but with the present state mechanical optical switch and audio optics optical switch which move prism and

は速度、集積化可能性、消費電力等の点で優れている。これらの光変調、光スイッチ等の機能の他に、光信号の分配、波長多重された光信号のフィルタリング等の機能を行う素子も必要であり、やはり光導波路で構成できる。光導波路を利用することにより、これらの様々な機能素子を1つの基板上に集積した光回路を構成することが可能となる。

【0004】特に、多数の加入者間の高速光信号の接続パスを制御するスイッチングネットワークを構築するための基本光デバイスであるマトリクス光スイッチは光交換システムを実現する上で重要である。

【0005】光導波路の材料としては、現在ニオブ酸リチウム結晶、化合物半導体、ガラス、有機材料等が報告されている。一例として、ニオブ酸リチウム基板上の光導波路により構成された8×8マトリクス光スイッチを図5に示す。図5(a)は8×8マトリクス光スイッチ全体の斜視図であり、図5(b)はその中で使用される方向性結合形光スイッチ素子の斜視図である。図5(a)においてニオブ酸リチウム基板1の上に64個の光スイッチ素子3が光導波路パターン2によって互いに接続され、8×8マトリクス光スイッチが構成されている。ニオブ酸リチウム基板1の端面より入射側の1本の光導波路に入射した光信号10は、光スイッチ素子への印加電圧によって伝搬経路を任意に選択され、出射側の8本の光導波路のうちの1つから出射する。図5(b)は光スイッチ素子3を拡大して示すものである。この図において、ニオブ酸リチウム基板1の表面にTi拡散法によって形成された幅数 $\mu\text{m}$ の2本の光導波路4、5が中央部で互いに数 $\mu\text{m}$ 程度の間隔で近接して光方向性結合器6を構成し、光方向性結合器6上には1対の電極7が設置される。電極7の印加電圧が0のときには入射光はもう一方の光導波路に結合し、適当な電圧を加えると電気光学効果による屈折率変化が光導波路中に生じて結合は0となり、入射光の伝搬経路は切り替えられる。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかし、ニオブ酸リチウムでは、光導波路の損失がやや大きく、基板の形状もそれほど大きくないため集積可能な機能素子の数が少な

fiber etc to mechanical only are utilized with, also both operating speed to be slow are not suited for integration. optical switch which utilizes optical waveguide as this Means of Solution is superior in the velocity, integration possibility and electricity consumption or other point. These optical modulation, to other than optical switch or other function, distribution and also the element which functions light signal which wavelength multiple of light signal is done filtering or other being necessary, it can consist after all optical waveguide. optical circuit which accumulated these various functional element on substrate of the one by utilizing optical waveguide, is formed densely becomes possible.

[0004] Especially, matrix optical switch which is a basic optical device in order to construct the switching network which controls connected path of high speed light signal between the multiple purchaser when actualizing optical switching system, is important.

[0005] As material of optical waveguide, presently lithium niobate crystal, compound semiconductor, glass and organic material etc are reported. 8 X 8 matrix optical switch which is formed as one example, by optical waveguide on lithium niobate substrate is shown in Figure 5. As for Figure 5 (a) with oblique view of 8 X 8 matrix optical switch entirety, as for Figure 5 (b) it is an oblique view of directionality connection shape optical switch element which among those is used. optical switch element 3 of 64 being optical waveguide pattern 2 on lithium niobate substrate 1 in Figure 5 (a), it is connected mutually, 8 X 8 matrix optical switch is formed. From end face of lithium niobate substrate 1 in optical waveguide of 1 of incident side the light signal 10 which incidence is done is selected propagation pathway by option with the applied voltage to optical switch element, radiation does from one among optical waveguide of 8 of emerging side. Figure 5 (b) expanding optical switch element 3, is something which it shows. In this figure, optical waveguide 4, 5 of 2 of width several  $\mu\text{m}$  which was formed to surface of lithium niobate substrate 1 with Ti diffusion method being center, proximity doing mutually with spacing of several  $\mu\text{m}$  extent, it forms optical directional coupler 6, the electrode 7 of one pair is installed on optical directional coupler 6. When applied voltage of electrode 7 is 0, when it connects incident light to optical waveguide of another, adds suitable voltage with electricity optics effect index of refraction change occurring in optical waveguide, connection becomes 0, propagation pathway of the incident light is changed.

[0006]

[Problems to be Solved by the Invention] But, with lithium niobate, loss of optical waveguide to be a little large, because either shape of substrate is not that much large, quantity

いこと、誘電率が大きいので集中定数電極では容量が大きくなり、進行波電極では駆動マイクロ波との位相整合が難しく速度が制限されやすい等の問題がある。他の材料として、化合物半導体があるが現状では損失が非常に大きく、光導波路製作精度が充分でないこと等の問題がある。有機材料は、誘電率が小さくかつ、印加電界が集中するような構成がとれるため高効率化、高速が可能という特徴があるが損失が大きいという問題がある。また、ガラス光導波路では大型の基板を適用でき、損失、光導波路製作精度の点では非常に優れるが、電気光学効果がないため高速の光変調器や光スイッチ等の能動素子の実現が困難であるという問題がある。そこで従来は集積規模が大きく、高度の機能をもちかつ低損失の光回路や、大規模な低損失のマトリクス光スイッチは得られていない。

【0007】本発明の目的は、従来の光回路に比べ集積規模が大きく、高度な機能を持ち、しかも低損失なハイブリッド光回路を提供することにある。

【0008】本発明の他の目的は、集積規模が大きく、高度な機能を持ち、しかも低損失な光回路および大規模で低損失なマトリクス光スイッチを提供することにある。

【0009】

【課題を解決するための手段】本発明のハイブリッド光回路は、シリコン基板上に形成された二酸化シリコン膜の上に形成され、少なくとも1つの端部を有し、二酸化シリコンを主成分とし前記二酸化シリコン膜よりも屈折率が大きな物質よりなる第1の光導波路と、前記シリコン基板上に形成され、前記第1の光導波路の端部に光学的に結合した有機材料を主成分とする第2の光導波路と、その第2の光導波路近傍に設置した電極とよりなることを特徴とする。

【0010】本発明のマトリクス光スイッチは、シリコン基板上に形成された二酸化シリコン膜の上に形成され、少なくとも4つの端部を有し、二酸化シリコンを主成分とし前記二酸化シリコン膜よりも屈折率が大きな物質よりなる第1の光導波路と、前記シリコン基板上に形成され、前記第1の光導波路の2つの端部間に光学的に結

of accumulation possible functional element is small, because dielectric constant is large, with the centralized constant electrode capacity becomes large, with travelling wave electrode is another problem which phase adjustment of drive microwave is easy to be restricted rate seriously. As other material, there is a compound semiconductor, but with present state loss is very large, there is a thing or other problem where optical waveguide manufacturing precision is not satisfactory. As for organic material, dielectric constant is small and, because constitution which applied electric field concentrates comes off there is a feature that the efficiency increase and high speed are possible, but there is a problem that loss is large. In addition, with glass optical waveguide be able to apply substrate of large type, in point of loss and optical waveguide manufacturing precision it is superior very, but because there is not a electricity optics effect, there is a problem that optical modulator of the high speed and actualization of optical switch or other active element it is difficult. Then accumulation scale is large until recently, optical circuit of the having and low loss and matrix optical switch of large scale low loss have not been acquired high-level function.

[0007] It is as for objective of this invention, accumulation scale to be large in comparison with conventional optical circuit, furthermore low loss to offer the hybrid optical circuit with high grade function.

[0008] It is as for other objective of this invention, accumulation scale to be large, furthermore low loss low loss to offer matrix optical switch with the optical circuit and large scale with high grade function.

[0009]

[Means to Solve the Problems] As for hybrid optical circuit of this invention, It is formed on silicon dioxide film which was formed on silicon substrate, It possesses end of at least one, designates silicon dioxide as main component and it is formed on first optical waveguide and aforementioned silicon substrate which consist of substance where index of refraction is large in comparison with the aforementioned silicon dioxide film it consists of electrode which is installed in the second optical waveguide and second optical waveguide vicinity which designate organic material which is connected to optical in end of aforementioned first optical waveguide as main component, densely it makes feature.

[0010] As for matrix optical switch of this invention, It is formed on silicon dioxide film which was formed on silicon substrate, At least end of 4 to possess, It designates silicon dioxide as main component and it is formed on first optical waveguide and the aforementioned silicon substrate which consist of substance where index of refraction is large in comparison with

合した有機材料を主成分とする第2の光導波路およびその第2の光導波路近傍に設置した電極よりなる光スイッチ素子とにより構成されたことを特徴とする。

[0011]

【作用】本発明の光回路は、Si基板上にバッファ層となる二酸化シリコン(SiO<sub>2</sub>)膜を介して設置したSiO<sub>2</sub>にGeなどの屈折率を増加させる物質をドーピングした材料により形成されたガラス光導波路と、そのガラス光導波路の一部に部分的に挿入された有機光導波路からなり、光変調器、光スイッチ等の能動素子は有機光導波路で構成し、各能動素子間を接続、配線する光導波路および分岐回路等の受動素子は上述のガラス光導波路で構成する。これによって、伝搬損失の大きな有機光導波路の領域をできるだけ小さくし、損失を発生しやすい他の光導波路部分は伝搬損失の小さなガラス光導波路を用いることにより、集積規模が大きくかつ低損失の光回路が得られる。また、上述のガラス光導波路に屈折率の近い有機材料を光導波路の材料として選ぶことにより両光導波路の端面同士の接続による光結合損失を小さくできる。LSI用として技術が確立されているシリコン基板を用いることにより大型で平坦でかつ安価な基板が得られ、二酸化シリコンが主成分の光導波路の製作プロセスとの整合が良いこと、等の利点が生ずる。また、本発明のハイブリッド光回路は、その製作において、二酸化シリコンが主成分の光導波路は後の有機光導波路を作製する200℃程度以下のプロセスでは全く影響を受けないので、両方の光導波路は独立に最適なプロセス条件を選択できるという特徴がある。

[0012]

【実施例】次に図面を参照して本発明の実施例を説明する。

【0013】図1は本発明によるハイブリッド光回路の一実施例である光送信回路の斜視図を示す。図1において、シリコン基板21の上に波長1.3μmの半導体レーザー41、波長1.5μmの半導体レーザー42、半導体レーザー41、42にそれぞれ結合した分岐干渉形光変調

forementioned silicon dioxide film it was constituted densely it makes feature with with optical switch element which consists of the electrode which is installed in second optical waveguide and its second optical waveguide vicinity which designates the organic material which is connected to optical between 2 end of the aforementioned first optical waveguide as main component.

[0011]

[Work or Operations of the Invention] As for optical circuit of this invention, Through silicon dioxide (SiO<sub>2</sub>) film which becomes buffer layer on Si substrate in SiO<sub>2</sub> which is installed Ge or other index of refraction partially is inserted it consists of the organic optical waveguide which in portion of glass optical waveguide and glass optical waveguide which were formed by the material which substance which increases dope is done, optical modulator and optical switch or other active element consist organic optical waveguide, connect between each active element, optical waveguide and splitting circuit or other passive element which metallization are done consist above-mentioned glass optical waveguide. Now, region of organic optical waveguide where propagation loss is large is made as small as possible, as for other optical waveguide portion which is easy to generate loss the accumulation scale to be large and optical circuit of low loss is acquired by using small glass optical waveguide of propagation loss. In addition, optical coupling loss can be made small with connection of end face of both optical waveguide organic material where index of refraction is close to the above-mentioned glass optical waveguide as material of optical waveguide by choosing. With large type and inexpensive substrate is acquired with flat by using the silicon substrate where technology is established as one for LSI, silicon dioxide adjustment of production process of optical waveguide of main component is good, the or other benefit occurs. In addition, because as for hybrid optical circuit of this invention, silicon dioxide as for the optical waveguide of main component with process of 200 °C extent or less which produces the organic optical waveguide after does not receive influence completely at time of the producing, as for optical waveguide of both there is a feature that it can select optimum process condition in independence.

[0012]

[Working Example(s)] Referring to drawing next, you explain Working Example of this invention.

[0013] Figure 1 shows oblique view of optical transmission circuit which is a one Working Example of the hybrid optical circuit with this invention. In Figure 1, semiconductor laser 41 of wavelength 1.3 μm, semiconductor laser 42 of wavelength 1.5 μm, the branched interference shape optical modulator 22, 23

器 2 2、2 3、分岐干渉形光変調器 2 2、2 3 の出射光を合波する合波器 2 4、合波器 2 4 の出射光のパスを切り替える方向性結合形光スイッチ 2 5、方向性結合形光スイッチ 2 5 の出射光を光ファイバ 4 3、4 4 に導く出射光導波路 2 6、2 7 が設置されている。ここで、シリコン基板 2 1 上の光導波路は二酸化シリコンに酸化チタンをドーブした材料からなる第一の光導波路領域 1 5 と、有機高分子材料により形成された第二の光導波路領域 1 6 に分割されており、分岐干渉形光変調器 2 2、2 3 の分岐部および合流部、合波器 2 4 および出射光導波路 2 6、2 7 はすべて二酸化シリコンに酸化チタンをドーブした材料からなる第一の光導波路であり、分岐干渉形光変調器 2 2、2 3 の位相シフト部、それぞれ 2 8、2 9 および 3 0、3 1、方向性結合形光スイッチ 2 5 は有機高分子材料により形成された第二の光導波路である。第二の光導波路上には金属膜からなる電極がそれぞれ設置されている。またシリコン基板 2 1 と上述の光導波路の間には、熱酸化法または CVD 法によって形成された二酸化シリコンからなるバッファ層 3 4 が形成されている。

【0014】図 2 (a)、(b) はそれぞれ第一の光導波路および第二の光導波路の光伝搬方向に垂直な方向の断面図を示す。図 2 (a) において、第一の光導波路 3 5 は、CVD 法によってバッファ層 3 4 の上に光導波路の膜を形成した後、フォトリソグラフィ技術およびドライエッチ技術により形成され、その幅、厚さはともに数  $\mu\text{m}$  ~ 10  $\mu\text{m}$  程度である。また、光導波路上には二酸化シリコン膜がクラッド層 3 6 として設置されている。第二の光導波路と接続される光導波路の端面はドライエッチング等の方法によってほぼ垂直にカットされている。図 2 (b) において第二の光導波路 3 7 はバッファ層 3 4 の上に有機高分子材料をスピンコーティングによって第一の光導波路とほぼ同じ厚さにコーティングし、その上に上記材料よりも屈折率の小さな有機材料をクラッド層 3 8 としてコーティングし、その後 100 ~ 200  $^{\circ}\text{C}$  の環境下で膜厚方向に電界を印加することにより分極処理を行う。さらにフォトマスクを介して光導波路の部分以外の部分に紫外光を上より照射して、周辺部の屈折率を低減することによって形成する。最後に光導波路上部のクラッド層上に金属膜電極 3 9 を形成する。

【0015】本実施例の光送信器の動作は 2 つの波長のレーザー光をそれぞれ独立に分岐干渉形光変調器 2 2、2

which is connected to semiconductor laser 41,42 respectively, the combination wave are done directionality connection shape optical switch 25 which changes path of emitted light of multiplexer 24 and multiplexer 24 which, the emitted light waveguide 26,27 which leads emitted light of directionality connection shape optical switch 25 to the optical fiber 43,44 has been installed emitted light of branched interference shape optical modulator 22,23 on the silicon substrate 21. With here, As for optical waveguide on silicon substrate 21 in silicon dioxide consists of material which the titanium dioxide doped is done optical waveguide region 15 of first which, We are divided by second optical waveguide region 16 which was formed by organic polymeric material, as for the branched part and confluence part, multiplexer 24 and emitted light waveguide 26, 27 of branched interference shape optical modulator 22,23 with optical waveguide of first which consists of material which the titanium dioxide doped is done, phase shifting part of branched interference shape optical modulator 22,23, as for the respective 28,29 and 30, 31 and directionality connection shape optical switch 25 it is a second optical waveguide which was formed by organic polymeric material in all silicon dioxide. electrode which consists of metal film is respectively installed on the second optical waveguide. In addition, buffer layer 34 which consists of silicon dioxide which was formed with thermal oxidation method or CVD method is formed between silicon substrate 21 and the above-mentioned optical waveguide.

[0014] Figure 2(a),(b) shows sectional view of vertical direction in optical waveguide of respective first and light propagation direction of second optical waveguide. In Figure 2(a), first optical waveguide 35 after with CVD method forming film of the optical waveguide on buffer layer 34, is formed by photolithography technology and dry etching technology, width, the thickness is several  $\mu\text{m}$  to 10  $\mu\text{m}$  extent together. In addition, silicon dioxide film it is installed on optical waveguide as cladding layer 36. end face of optical waveguide which second optical waveguide is connected cut is almost done vertically with dry etching or other method. On buffer layer 34 organic polymeric material with spin coating coating it does second optical waveguide 37 in the almost same thickness as optical waveguide of first in Figure 2(b), the coating it does on that with small organic material of index of refraction as cladding layer 38 in comparison with above-mentioned material, it does polarization the after that under environment of 100 to 200  $^{\circ}\text{C}$  by applying doing the electric field in film thickness direction. Furthermore through photomask, irradiating ultraviolet light to portion other than portion of optical waveguide from on, it forms by fact that it decreases index of refraction of periphery. metal film electrode 39 is formed lastly on cladding layer of optical waveguide upper part.

[0015] It operates optical transmitter of this working example, in respective independence with branched interference shape

3で高速に変調して合波器24で多重し、光スイッチ25により光ファイバ43または44の一方に選択的に入射して送信する。即ち、波長多重高速光信号送信器が得られる。ここで、先に述べたように第2の光導波路の誘電率が小さいので、分岐干渉形光変調器22、23の電極を進行波電極とすることにより、LiNbO<sub>3</sub>基板による光変調器よりも高速の光信号を得ることができる。また、本実施例と同様の機能、性能は他のLiNbO<sub>3</sub>や半導体等による従来の光回路では基板形状の制限や伝搬損失の制限のため得られない。

【0016】図3は本発明によるマトリクス光スイッチの一実施例である8×8マトリクス光スイッチの斜視図である。図3において、基本的な機能構成は図5に示した従来のLiNbO<sub>3</sub>による8×8マトリクス光スイッチとおなじ64個の方向性結合形光スイッチ素子45とそれらを接続する光導波路51とからなっており、その基本的な動作も従来例と同じである。但し、本実施例においては、シリコン基板21上に光導波路が設けられ、方向性結合形光スイッチ素子45はすべての図1の実施例の有機高分子による第2の光導波路と同じ構造の光導波路で構成され、その他の光導波路はすべて図1の実施例の第1の光導波路と同じ構造の光導波路で構成されている。但し本実施例においては、光導波路上部に設けるクラッド層はすべて同一の有機材料である。

【0017】図4に本実施例の8×8マトリクス光スイッチの中の光スイッチ素子の斜視図を示す。シリコン基板21の上にバッファ層34が形成され、その上に二酸化シリコンを主成分とする接続光導波路51が形成される。その後、全面に接続光導波路とほぼ同じ厚さの有機高分子材料がコーティングされ光スイッチ素子の光導波路以外の部分に紫外光が照射されている。この後、クラッド層として全面に有機膜52がコーティングされ、光スイッチ素子の上部に電極53が設置される。この結果、接続光導波路51と端面同士が結合した上部に電極を設置した有機光導波路54からなる光スイッチ素子45が形成される。

【0018】

【発明の効果】以上のように本発明のハイブリッド光回

optical modulator 22,23 modulation doing laser light of the 2 wavelength in high speed, multiple optical fiber 43 or 44 selectively incidence doing on one hand with optical switch 25, it transmits with multiplexer 24. Namely, wavelength multiple high speed light signal transmitter is acquired. As expressed here, before, because dielectric constant of second optical waveguide is small, by designating electrode of branched interference shape optical modulator 22,23 as travelling wave electrode, light signal of high speed can be acquired with LiNbO<sub>3</sub> substrate in comparison with the optical modulator. In addition, function and performance which are similar to this working example are not acquired with conventional optical circuit with such as other LiNbO<sub>3</sub> and semiconductor for restricting substrate shape and restriction of propagation loss.

[0016] Figure 3 is oblique view of 8 X 8 matrix optical switch which is a one Working Example of matrix optical switch with the this invention. In Figure 3, fundamental functional configuration as 8 X 8 matrix optical switch has consisted of optical waveguide 51 which connects those with directionality connection shape optical switch element 45 of same 64 with conventional LiNbO<sub>3</sub> which is shown in Figure 5, also fundamental operation is same as Prior Art Example. However, regarding this working example, it can provide optical waveguide on silicon substrate 21, the directionality connection shape optical switch element 45 with organic polymer of Working Example of all Figure 1 is formed with optical waveguide of same structure as second optical waveguide, the other optical waveguide are formed with optical waveguide of same structure as first optical waveguide of Working Example of all Figure 1. However cladding layer which is provided in optical waveguide upper part regarding this working example, is all same organic material.

[0017] Oblique view of optical switch element in 8 X 8 matrix optical switch of this working example is shown in the Figure 4. buffer layer 34 is formed on silicon substrate 21, connected optical waveguide 51 which designates the silicon dioxide as main component on that is formed. after that, organic polymeric material of almost same thickness as the connected optical waveguide coating is done in entire surface and ultraviolet light is irradiated to portion other than optical waveguide of optical switch element. organic film 52 coating is done in entire surface after this, as cladding layer, the electrode 53 is installed in upper part of optical switch element. As a result, optical switch element 45 which consists of organic optical waveguide 54 which installs the electrode in connected optical waveguide 51 and upper part which edge surface connects is formed.

[0018]

[Effects of the Invention] Like above with hybrid optical circuit



路では従来の光回路に比べ集積規模が大きく、高度な機能を持ち、しかも低損失な光回路が得られ、また、大規模で低損失なマトリクス光スイッチが得られる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明によるハイブリッド光回路の一実施例である光送信回路を示す図である。

【図 2】本発明に用いる第 1 の光導波路および第 2 の光導波路の断面を示す図である。

【図 3】本発明によるマトリクス光スイッチの一実施例である 8 × 8 マトリクス光スイッチを示す図である。

【図 4】図 3 の実施例に用いる光スイッチ素子を示す図である。

【図 5】従来のマトリクス光スイッチを示す図である。

【符号の説明】

- 2 1 シリコン基板
- 3 4 バッファ層
- 3 5 第 1 の光導波路
- 3 7 第 2 の光導波路
- 3 9 金属膜電極
- 4 5 光スイッチ素子
- 5 1 接続光導波路
- 5 4 有機光導波路

of this invention accumulation scale is large in comparison with conventional optical circuit, furthermore low loss optical circuit is acquired with high grade function, in addition, low loss matrix optical switch is acquired with large scale.

[Brief Explanation of the Drawing(s)]

[Figure 1] It is a figure which shows optical transmission circuit which is a one Working Example of the hybrid optical circuit with this invention.

[Figure 2] It is a figure which shows cross section of first optical waveguide and second optical waveguide which are used for this invention.

[Figure 3] It is a figure which shows 8 X 8 matrix optical switch which is a one Working Example of matrix optical switch with this invention.

[Figure 4] It is a figure which shows optical switch element which is used for Working Example of the Figure 3.

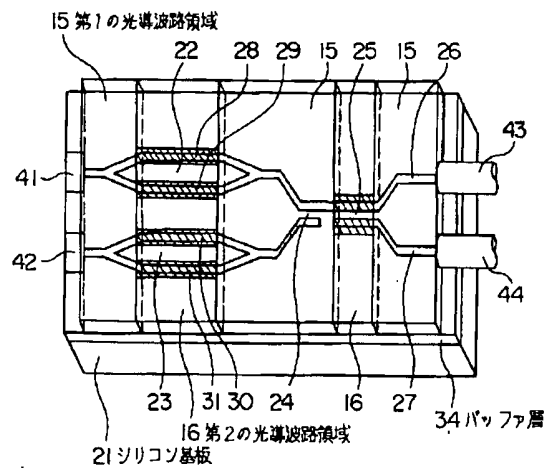
[Figure 5] It is a figure which shows conventional matrix optical switch.

[Explanation of Reference Signs in Drawings]

- 21 silicon substrate
- 34 buffer layer
- 35 first optical waveguide
- 37 second optical waveguide
- 39 metal film electrode
- 45 optical switch element
- 51 connected optical waveguide
- 54 organic optical waveguide

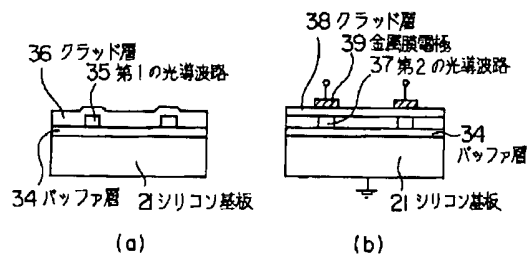
【図 1】

[Figure 1]



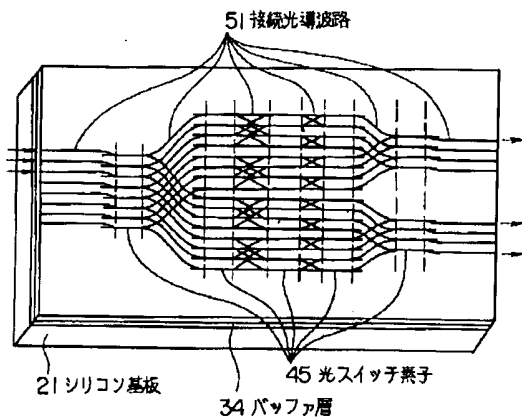
【図 2】

[Figure 2]



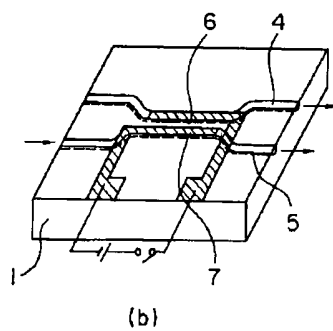
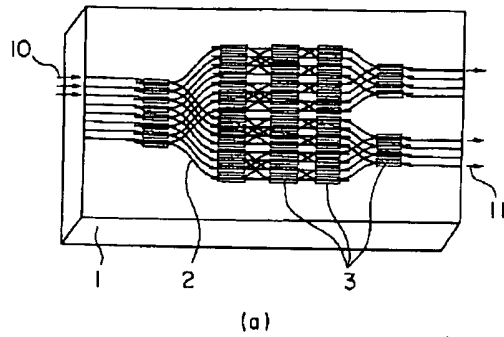
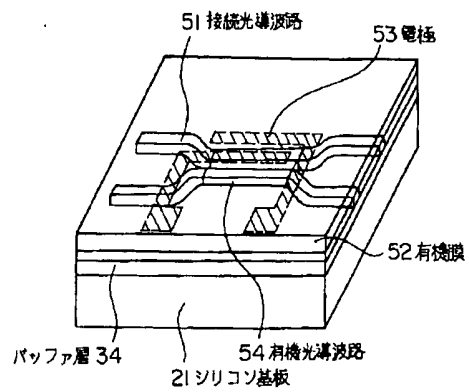
【図 3】

[Figure 3]



【図 4】

[Figure 4]



【図 5】

[Figure 5]